

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Titular : Litoral Austral Ltda.
R.U.T. : 77.713.970-3
Dirección : Inés Gallardo 2129, Pelluco, Puerto Montt

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS

Sitio de Estudio	: Valdivia, Región de Los Ríos	Fecha de Muestreo	: 05/08/13
Tipo de Estudio	: Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)	Fecha de Ingreso	: 06/08/13
Tipo de Muestras	: Sedimentos	Fecha de Emisión	: 27/08/13
Nº de Muestras	: 15		

FECHAS Y HORAS DE ANÁLISIS**Macrofauna Bentónica**

Fecha Inicio	: 26/08/13	Hora Inicio	: 09:30
Fecha Término	: 26/08/13	Hora Término	: 12:30

Granulometría

Fecha Inicio	: 12/08/13	Hora Inicio	: 08:30
Fecha Término	: 14/08/13	Hora Término	: 16:00

Materia Orgánica (MOT)

Fecha Inicio	: 12/08/13	Hora Inicio	: 08:30
Fecha Término	: 14/08/13	Hora Término	: 16:00

Carbono Orgánico Total (COT)

Fecha Inicio	: 12/08/13	Hora Inicio	: 08:30
Fecha Término	: 16/08/13	Hora Término	: 18:15

INFORMACIÓN DE ANÁLISIS

Análisis Solicitados : Macrofauna Bentónica, Granulometría, Materia Orgánica Total (MOT) y Carbono Orgánico Total (COT). Perfiles de la columna de agua; pH y Redox en el sedimento

Metodologías : Muestreo efectuado por medio de Draga de 0,1 m² de mordida. Determinación Taxonómica de Macrofauna, con cálculo de Abundancia y Biomasa. Muestras para Macrofauna Bentónica fijadas con formalina al 4% diluida en agua de mar. Cálculo de Parámetros comunitarios, utilizando índices Simpson, Pielou y Shannon-Wiener. Granulometría efectuada de acuerdo a la escala Wentworth. Cálculo de Variables Sedimentológicas, bajo nomenclatura McManus (1988). Materia Orgánica Total obtenida por Calcinación a 450 °C. Carbono Orgánico Total obtenido por LOI 550 °C (Loss On Ignition). Carbonato obtenido por LOI 950 °C (Loss On Ignition), aplicando factor de conversión de Bengtsson & Enell (1986). Perfiles de la Columna de Agua *in situ*; metodología según Res. Ex. N°3612/2009. Mediciones de pH y Redox en el Sedimento *in situ*; metodología según Res. Ex. N° 3612/2009

Los análisis se efectuaron de acuerdo a la metodología descrita en la Resolución Exenta de Subpesca N° 3612/2009; en donde se establecen los contenidos y metodologías para elaborar la Caracterización Preliminar del Sitio (CPS) y la Información Ambiental (INFA). Los muestreos *in situ* se efectuaron de acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio; según Procedimiento de Muestreo y Entrega de Muestras al Laboratorio (SGC-PR-LAB-02)

Jorge Pérez Schultheiss*Analista de Laboratorio; Biólogo Marino*

RESULTADOS DE ANÁLISIS

I.-Determinación Taxonómica de la Macrofauna Bentónica encontrados en la muestra. Se indica el Número de Individuos (Nº de ind.), la Abundancia (expresada en número de individuos/m²) y la Biomasa (expresada en gramos/m²).

ESTACIÓN E1R1

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E1R2

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E1R3

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E2R1

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E2R2

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E2R3

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E3R1

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Hirudinea	Hirudinea n.d.	1	10	0,104
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	5	50	0,389
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	1	10	0,073
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 2	1	10	0,035

ESTACIÓN E3R2

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	3	30	0,340
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	2	20	0,113

ESTACIÓN E3R3

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
No se encontró macrofauna					

ESTACIÓN E4R1

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	10	100	0,156
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	2	20	0,090
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 2	8	80	0,141

ESTACIÓN E4R2

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	5	50	0,050
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	2	20	0,043
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 2	1	10	0,009

ESTACIÓN E4R3

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	13	130	0,110
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	5	50	0,146
Mollusca	Hyriidae	<i>Diplodon chilensis</i>	1	10	0,113

ESTACIÓN C1R1

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	2	20	0,039
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	7	70	0,057
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 2	8	80	0,147

ESTACIÓN C1R2

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Lumbrineridae	Lumbrineridae n.d.	3	30	0,024
Annelida	Orbiniidae	Orbiniidae n.d.	1	10	0,016
Annelida	Spionidae	Spionidae n.d.	1	10	0,004
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	1	10	0,023
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	2	20	0,038
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 2	3	30	0,074

ESTACIÓN C1R2

Phylum	Orden/Familia	Nombre científico	Nº de ind.	Abundancia (ind./m ²)	Biomasa (gr/m ²)
Annelida	Tubificidae	Tubificidae n.d.	3	30	0,027
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 1	6	60	0,082
Arthropoda	Chironomidae	Chironomidae n.d. 2	5	50	0,095
Arthropoda	Hyalellidae	<i>Hyalella costera</i>	1	10	0,057
Arthropoda	Trichoptera	Hydropsychidae n.d.	1	10	0,091
Arthropoda	Trichoptera	Notonemouridae n.d.	1	10	0,016

*n.d.: no determinado

II.- Parámetros Comunitarios.

<i>Código de Muestra</i>	<i>Riqueza (Nº de Especies)</i>	<i>Índice de Dominancia (D')</i>	<i>Índice de Diversidad (H')</i>	<i>Índice de Uniformidad (J')</i>
<i>E 1 R 1</i>	0	---	---	---
<i>E 1 R 2</i>	0	---	---	---
<i>E 1 R 3</i>	0	---	---	---
<i>E 2 R 1</i>	0	---	---	---
<i>E 2 R 2</i>	0	---	---	---
<i>E 2 R 3</i>	0	---	---	---
<i>E 3 R 1</i>	4	0,430	0,466	0,774
<i>E 3 R 2</i>	2	0,510	0,292	0,971
<i>E 3 R 3</i>	0	---	---	---
<i>E 4 R 1</i>	3	0,417	0,410	0,859
<i>E 4 R 2</i>	3	0,462	0,391	0,819
<i>E 4 R 3</i>	3	0,538	0,333	0,697
<i>C 1 R 1</i>	3	0,401	0,422	0,885
<i>C 1 R 2</i>	6	0,199	0,726	0,934
<i>C 1 R 3</i>	6	0,248	0,666	0,856

III.- Análisis Textural (Granulometría Wentworth) (Valor de incertidumbre $\pm 1,00$).

Fracción sedimentaria (%)

<i>Código de Muestra</i>	<i>Peso Total Muestra (g)</i>	<i>Grava (phi -1)</i>	<i>Arena Muy Gruesa (phi 0)</i>	<i>Arena Gruesa (phi 1)</i>	<i>Arena Mediana (phi 2)</i>	<i>Arena Fina (phi 3)</i>	<i>Arena Muy Fina (phi 4)</i>	<i>Fango (phi 5)</i>
E 1 R 1	100,952	1,743	10,777	61,945	24,225	0,856	0,195	0,259
E 1 R 2	100,910	0,789	8,686	49,099	37,742	0,320	0,078	3,286
E 1 R 3	100,846	0,621	13,737	59,296	25,308	0,273	0,064	0,700
E 2 R 1	100,542	0,343	7,777	69,495	21,217	0,744	0,190	0,234
E 2 R 2	100,356	0,598	9,195	65,947	15,953	0,574	0,197	7,536
E 2 R 3	100,762	0,314	9,630	64,992	16,231	0,846	0,295	7,691
E 3 R 1	100,857	0,098	0,155	0,764	7,391	47,831	35,189	8,572
E 3 R 2	100,608	0,091	0,163	0,665	9,738	53,379	31,184	4,780
E 3 R 3	100,709	0,114	0,167	0,642	7,635	54,737	31,873	4,832
E 4 R 1	100,859	0,000	0,019	6,727	51,608	36,101	5,250	0,296
E 4 R 2	100,564	0,082	0,061	8,697	57,401	28,876	4,299	0,584
E 4 R 3	100,328	0,004	0,057	10,143	59,590	25,407	3,587	1,212
C 1 R 1	100,456	0,000	0,000	0,624	48,926	46,794	3,596	0,060
C 1 R 2	100,739	0,000	0,004	0,677	51,353	44,148	3,434	0,385
C 1 R 3	100,526	0,478	0,210	0,908	26,154	39,066	14,935	18,248

IV.- Parámetros Estadísticos de Granulometría.

<i>Código de Muestra</i>	<i>Media</i>	<i>Selección</i>	<i>Asimetría</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>Clasificación</i>
<i>E 1 R 1</i>	1,005	0,635	0,259	1,019	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 1 R 2</i>	1,103	0,657	0,205	0,863	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 1 R 3</i>	1,002	0,639	0,255	0,986	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 2 R 1</i>	0,999	0,592	0,302	2,368	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 2 R 2</i>	1,033	1,151	0,596	5,974	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 2 R 3</i>	1,041	1,164	0,599	2,613	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 3 R 1</i>	3,123	0,921	0,418	1,461	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 3 R 2</i>	3,064	0,664	0,230	0,898	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 3 R 3</i>	3,075	0,652	0,242	0,883	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 4 R 1</i>	2,117	0,719	0,341	1,044	Arena
<i>E 4 R 2</i>	2,071	0,647	0,272	0,913	Arena Ligeramente Gravosa
<i>E 4 R 3</i>	2,048	0,648	0,280	0,961	Arena Ligeramente Gravosa
<i>C 1 R 1</i>	2,331	0,521	-0,334	0,584	Arena
<i>C 1 R 2</i>	2,160	0,522	0,417	0,586	Arena
<i>C 1 R 3</i>	3,010	1,487	0,403	1,210	Arena Fangosa Ligeramente Gravosa

V.- *Materia Orgánica Total (MOT). (Valor de incertidumbre $\pm 0,44$).*

Código de Muestras	Peso Sub-muestra (g)	Materia Inorgánica (%)	Materia Orgánica Total (%)
E 1 R 1	10,540	99,215	0,785
E 1 R 2	10,363	99,308	0,692
E 1 R 3	10,093	99,258	0,742
E 2 R 1	10,244	99,189	0,811
E 2 R 2	10,271	99,356	0,644
E 2 R 3	10,161	99,048	0,952
E 3 R 1	10,019	96,170	3,830
E 3 R 2	10,142	97,191	2,809
E 3 R 3	10,004	96,545	3,455
E 4 R 1	10,552	98,681	1,319
E 4 R 2	10,255	98,874	1,126
E 4 R 3	10,346	98,991	1,009
C 1 R 1	10,142	98,939	1,061
C 1 R 2	10,224	98,993	1,007
C 1 R 3	10,280	96,675	3,325

Límites de aceptabilidad según numeral 31 de Res. Ex. 3612/2009:

MOT $\leq 9\%$ (evaluación en condición aeróbica) y $\leq 8\%$ (evaluación en condición anaeróbica)

VI.- Carbono Orgánico Total (COT) y carbonato en el sedimento.

<i>Código de Muestras</i>	<i>% COT (LOI 550)</i>	<i>% carbonato (LOI 950)</i>
<i>E 1 R 1</i>	0,325	0,074
<i>E 1 R 2</i>	0,373	0,185
<i>E 1 R 3</i>	0,284	0,221
<i>E 2 R 1</i>	0,327	0,087
<i>E 2 R 2</i>	0,347	0,010
<i>E 2 R 3</i>	0,273	0,191
<i>E 3 R 1</i>	0,259	0,900
<i>E 3 R 2</i>	0,315	0,664
<i>E 3 R 3</i>	0,212	0,922
<i>E 4 R 1</i>	0,441	0,129
<i>E 4 R 2</i>	0,257	0,262
<i>E 4 R 3</i>	0,313	0,153
<i>C 1 R 1</i>	0,318	0,167
<i>C 1 R 2</i>	0,315	0,113
<i>C 1 R 3</i>	0,345	0,761

VII.- Perfil en Columna de Agua.

Perfil ESTACIÓN 1 – 05/08/2013 (12:24 – 12:34)

<i>Capa</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>O₂ disuelto (mg/L)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Salinidad (psu)</i>	<i>Saturación de O₂ (%)</i>
1	2	6,4	9,3	0,0	55
2	5	6,2	9,3	0,0	54
3	8	6,2	9,3	0,0	54

Perfil ESTACIÓN 2 – 05/08/2013 (13:06 – 13:14)

<i>Capa</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>O₂ disuelto (mg/L)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Salinidad (psu)</i>	<i>Saturación de O₂ (%)</i>
1	1	4,8	9,3	0,0	42
2	5	4,9	9,3	0,0	43
3	9	4,9	9,3	0,0	43

Perfil ESTACIÓN 3 – 05/08/2013 (13:48 – 13:56)

<i>Capa</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>O₂ disuelto (mg/L)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Salinidad (psu)</i>	<i>Saturación de O₂ (%)</i>
1	1	5,1	9,3	0,0	45
2	5	5,1	9,3	0,0	45
3	7	5,2	9,3	0,0	45

Perfil ESTACIÓN 4 – 05/08/2013 (14:02 – 14:11)

<i>Capa</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>O₂ disuelto (mg/L)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Salinidad (psu)</i>	<i>Saturación de O₂ (%)</i>
1	1	4,8	9,3	0,0	42
2	5	4,9	9,3	0,0	43
3	6	5,0	9,3	0,0	43

Perfil ESTACIÓN 5 – 05/08/2013 (12:55 – 13:04)

<i>Capa</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>O₂ disuelto (mg/L)</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Salinidad (psu)</i>	<i>Saturación de O₂ (%)</i>
1	1	5,2	9,3	0,0	45
2	5	5,2	9,3	0,0	45
3	10	5,3	9,3	0,0	46
4	11	5,4	9,3	0,0	47

Límites de aceptabilidad según numeral 31 de Res. Ex. 3612/2009:

OD ≥ 2,5 mg/L (evaluación en condición aeróbica) y ≥ 3,0 mg/L (evaluación en condición anaeróbica)

VIII.- pH y Potencial Redox.

Código de Muestra	pH	Temperatura (°C)	Potencial Redox (mV Ag/AgCl)	Factor de corrección	Potencial Redox Eh (NHE)
E 1 R 1	8,2	9,7	315	221	536
E 1 R 2	7,92	9,8	385	221	606
E 1 R 3	7,9	9,7	345	221	566
E 2 R 1	7,87	9,9	469	221	690
E 2 R 2	7,8	10,0	489	217	706
E 2 R 3	7,68	10,2	460	217	677
E 3 R 1	6,93	10,0	35	217	252
E 3 R 2	6,87	9,8	-58	221	163
E 3 R 3	6,85	9,9	-27	221	194
E 4 R 1	7,28	10,3	243	217	460
E 4 R 2	7,32	9,9	315	221	536
E 4 R 3	7,27	9,9	267	221	488
C 1 R 1	7,36	9,9	11	221	232
C 1 R 2	7,2	9,6	278	221	499
C 1 R 3	6,84	8,9	20	221	241

Límites de aceptabilidad según numeral 31 de Res. Ex. 3612/2009:

pH $\geq 6,8$ (evaluación en condición aeróbica) y $\geq 7,0$ (evaluación en condición anaeróbica)

Redox ≥ 50 mV (evaluación en condición aeróbica) y ≥ 75 mV (evaluación en condición anaeróbica)

GLOSARIO**MACROFAUNA BENTÓNICA**

Macrofauna Bentónica: Organismos que habitan en sustrato blando y que son retenidos por un tamiz de 1,0 milímetros de abertura.

Abundancia: Número de Individuos por Unidad de Superficie.

Biomasa: Peso húmedo alcohólico (gramos) de Macrofauna por unidad de superficie.

Riqueza: Número de especies en la unidad de muestreo definida.

Índice de Dominancia: Influencia que una especie ejerce sobre una comunidad, y que puede ser medida a partir de algún parámetro.

Índice de Diversidad: Es una condición de la variedad o diferencia entre miembros de una muestra, Incluye dos componente, la riqueza de especies y la abundancia relativa. El índice de Shannon-Wiener (H') es uno de los mas utilizados para evaluar la diversidad de especies. Cabe destacar que los resultados están expresados considerando el cálculo de \log_2 .

Índice de Uniformidad: Conocido también como Índice de Homogeneidad o Equidad, que establece cuan similares son las abundancias de las especies dentro de la comunidad o muestra.

GRANULOMETRÍA

Granulometría: Relación de porcentajes en que se encuentran los distintos tamaños de granos de un agregado respecto al total. El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices.

Escala PHI (ϕ): Escala de graduación logarítmica, definida como $\phi = -\log_2 S$, donde S = tamaño del diámetro en milímetros.

Media: Es el parámetro que más se aproxima al promedio granulométrico de una distribución dada.

Selección: Indica la forma en que se distribuyen los individuos de una población alrededor del valor central. Es una medida matemática del grado de selección de un sedimento o sedimentita. Algunos ambientes se caracterizan por un determinado valor o índice de selección, que es una medida de la uniformidad del tamaño de las partículas. Depende en gran medida del tipo y longitud de transporte que ha sufrido el sedimento, Cuanto más vertical es el trazado de la curva acumulativa, mayor es la selectividad del medio.

Asimetría: Es una medida independiente de la selección e indica predominio de una población respecto a otra. Relaciona el grado de simetría que guarda la granulometría promedio respecto a las colas de una determinada distribución.

Kurtosis: Es una comparación entre la dispersión de la parte central y la dispersión de los extremos de la curva de frecuencia. Junto con la asimetría son parámetros sensibles para detectar ambientes de deposición y para averiguar si la frecuencia es resultado de la mezcla de poblaciones distintas.

Clasificación: Se refiere al grado de variación respecto del tamaño de los granos del sedimento.

Existen varias propuestas de nomenclatura para los valores de selección, asimetría y agudeza (Trask, 1932; Folk y Ward, 1957; Friedman, 1962). En el presente informe se utiliza la de McManus (1988).

Materia Orgánica Total

La **Materia Orgánica Total (MOT)** del sedimento corresponde al contenido de compuestos orgánicos, los que es equivalente a sustancias químicas que contienen carbono, formando enlaces covalentes carbono-carbono o carbono-hidrógeno. En muchos casos contienen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y otros elementos. Estos compuestos se denominan moléculas orgánicas. No son moléculas orgánicas los compuestos que contienen carburos, los carbonatos y los óxidos de carbono. La principal característica de estas sustancias es que arden y pueden ser quemadas (son compuestos combustibles).

Se denomina compuesto inorgánico a todos aquellos compuestos que están formados por distintos elementos, pero en los que su componente principal no siempre es el carbono, siendo el agua el más abundante. En los compuestos inorgánicos se podría decir que participan casi la totalidad de elementos conocidos.

CARBONO ORGÁNICO TOTAL Y CARBONATO

Carbono Orgánico Total (COT): Corresponde a la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico.

Carbonato: Corresponde a los minerales que contienen una cierta forma de compuestos de carbón/oxígeno conocida como CO_3^{2-} (Molécula de carbonato).

El LOI (Loss On Ignition) o Pérdida por Ignición: es una metodología empleada para determinar el contenido de Materia Orgánica, el contenido de Carbono Orgánico Total (COT) y el contenido en Carbonatos de los sedimentos (Dean, 1974; Bengtsson & Enell, 1986). En la primera y segunda reacción, la materia orgánica es oxidada a 450 °C y 550 °C respectivamente, emitiendo CO_2 y ceniza. Por otro lado, la tercera reacción se produce a los 950 °C, con la destrucción de los carbonatos y la emisión de CO_2 y formación de óxidos.

Dean (1974), encontró una correlación significativa entre los resultados de Carbono Orgánico determinados por cromatografía y LOI 550 °C, concluyendo que la técnica de LOI 550 °C determina de forma muy precisa el Carbono Orgánico Total.